

უაკ 504.5.054

ქ.თბილისის ატმოსფერული ჰაერის PM-ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა

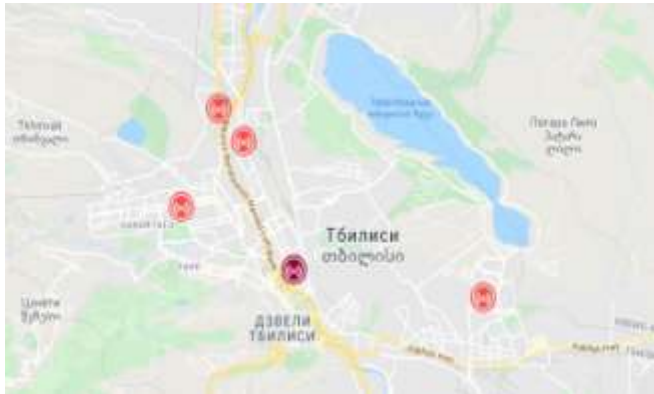
ნ.გიგაური¹, ს.მდივანი¹, ვ.კუხალაშვილი², ა.სურმავა^{1,2}, ლ.ინწვირველი¹

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო, intskirvelebi2@yahoo.com

²ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ.ნოდიას გეოფიზიკის
ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო, aasurmava@yahoo.com

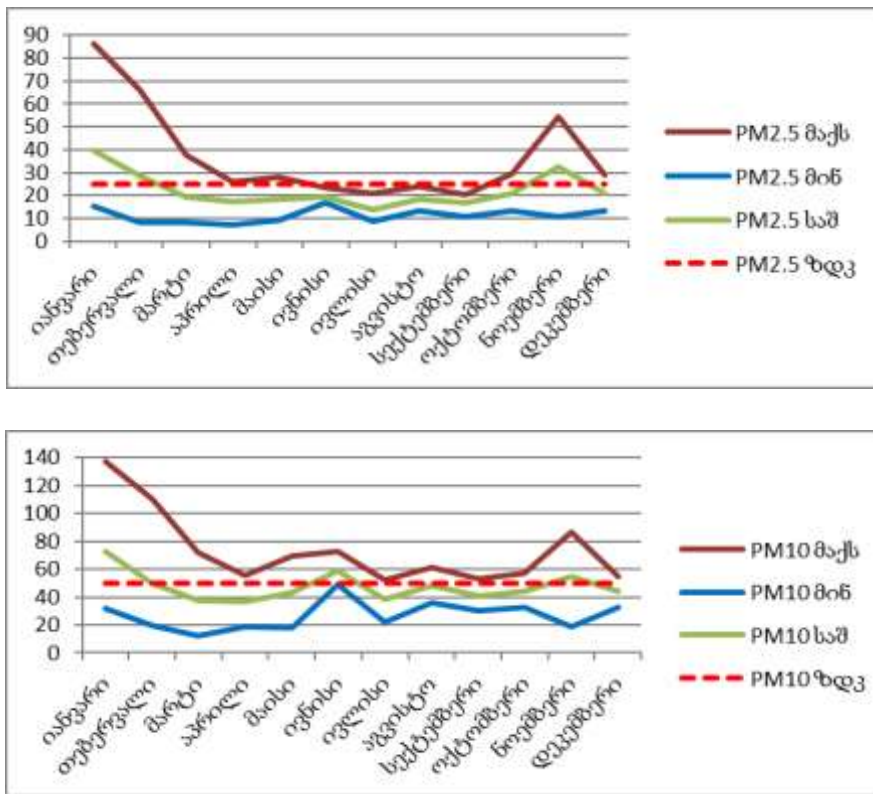
ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის შეფასება და მის გაუმჯობესებაზე ზრუნვა თანამედროვე საზოგადოების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პრობლემაა [1]. ატმოსფერული ჰაერის ხარისხს დიდად განსაზღვრავს მასში მტვრის და კერძოდ, PM_{2.5} და PM₁₀-ის შემცველობა [2]. ამიტომ ჩვენს მიერ კვლევის საგნად არჩეულია საქართველოს უდიდესი ქალაქის და ადმინისტრაციული ცენტრის, თბილისის ატმოსფერულ ჰაერში PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციის განსაზღვრა. ეს ნაწილაკები განსაკუთრებით საშიშია ადამიანის ჯანმრთელობისთვის, ვინაიდან მარტივად ხვდებიან შინაგან ორგანოებში და იწვევენ სხვადასხვა დაავადებას [3].

თბილისში PM_{2.5} და PM₁₀-ზე დაკვირვება წარმოებს 2017 წლიდან 5 სადამკვირვებლო პუნქტში (ნახ.1)



ნახ.1. ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელ ინგრედიენტთა კონტროლის სადამკვირვებლო პუნქტების განლაგება ქ.თბილისში

გარდა სტაციონალური პუნქტებისა, თბილისის სხვადასხვა უბანში ჩატარებულია ექსპერიმენტული გაზომვები. Nნახ.2-ზე ნაჩვენებია 2019 წლის განმავლობაში PM_{2.5} და PM₁₀-ის ყოველთვიური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციების ცვლილების გრაფიკები, რომლებიც აგებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემების თანახმად [4]. შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება ვთქვათ, რომ ქ.თბილისის ატმოსფერულ ჰაერში PM_{2.5}-ის კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე, მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი კი ერთნაირია. PM₁₀-ის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ზდკ), მინიმალური ყოველთვის ნაკლებია ზდკ-ზე, საშუალო მნიშვნელობები კი მხოლოდ ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზდკ-ს (ზდკ PM_{2.5} = 25 მკგ/მ³, ზდკ PM₁₀ = 50 მკგ/მ³). გამონაკლისია PM₁₀-ის საშუალო კონცენტრაცია ივნისის თვეში, რომელიც მეტია ზდკ-ზე, რაც შეიძლება განპირობებული იყოს მეტეოროლოგიური ან ლოკალური სიტუაციით. მმაგ. აკვ.წერეთლის გამზირზე იანვრის თვეში PM_{2.5}-ის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა იყო 86.08 მკგ/მ³, საშუალო თვიური – 39.68 მკგ/მ³; PM₁₀-ისათვის დაფიქსირდა მაქსიმალური – 137.54 მკგ/მ³, საშუალო თვიური – 72.40 მკგ/მ³, რაც ყველა შემთხვევაში მეტია მათ შესაბამის ზდკ-ზე. უკეთესი მდგომარეობა აღინიშნება ზაფხულის თვეებში. ივლისის თვეში იმავე პუნქტში PM_{2.5} -ის მაქსიმალური მნიშვნელობა დაფიქსირდა 20.73 მკგ/მ³, საშუალო თვიური -13.58 მკგ/მ³; PM₁₀-სათვის მაქსიმალური – 52.57 მკგ/მ³, საშუალო თვიური – 38.08 მკგ/მ³.

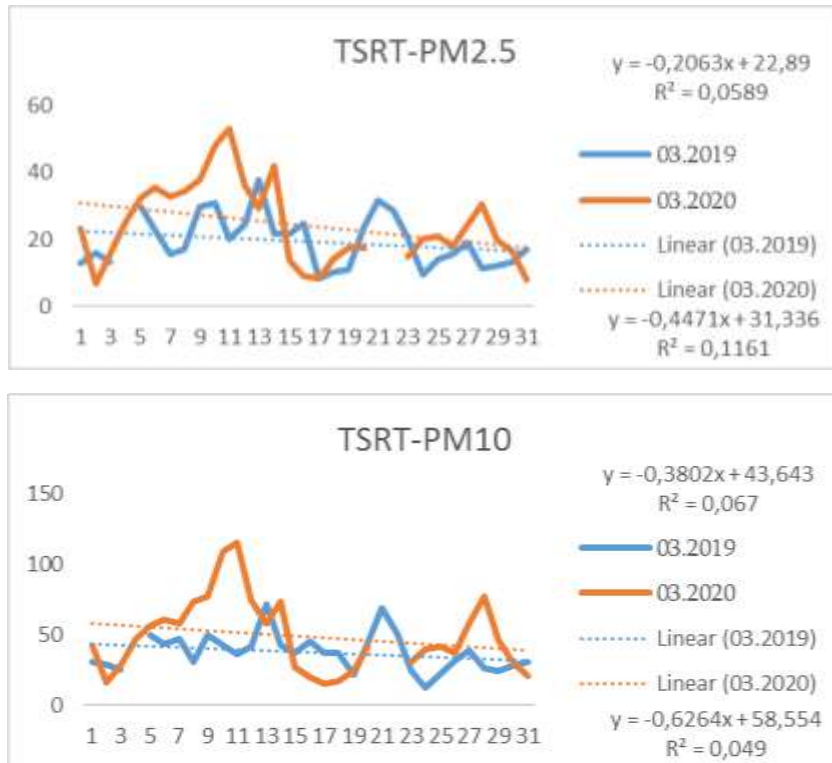


ნახ.2. PM_{2.5} და PM₁₀-ის 2019 წლის ყოველთვიური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციები

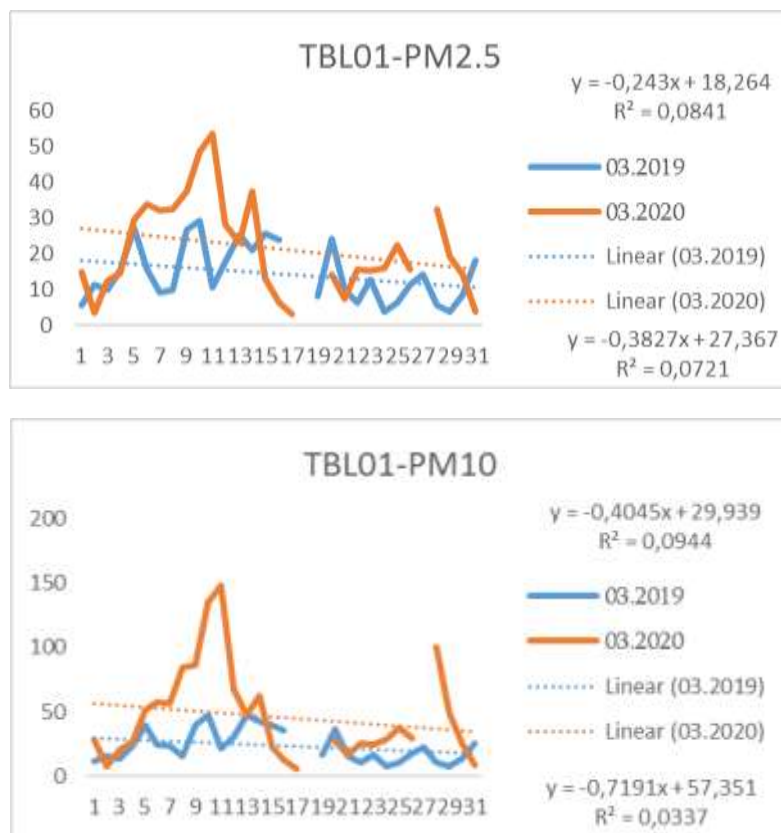
გარკვეულ ინტერესს იწვევს 2019 და 2020 წლების მონაცემების შედარება (ნახ. 3, 4), როცა საქართველოში დაფიქსირდა კორონა ვირუსის ინფექცია (27 თებერვალს). მმანამდე ქვეყანა ცხოვრობდა ჩვეული რიტმით, რასაც იანვრისა და თებერვლის თვეების მონაცემთა ანალიზიც ადასტურებს. განსხვავებული სურათია მიღებული მარტისა და აპრილის თვეებში. ნახ. 3 და 4-დან ჩანს, რომ 2020 წლის მარტის თვეში, 2019 წლის იმავე პერიოდთან შედარებით, მაღალი იყო ჰაერში PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაცია და ხშირად აღემატებოდა შესაბამის ზღვ-ს. მარტის ბოლოს გამოიკვეთა კონცენტრაციების შემცირების ტენდენცია, რაც შეიძლება აიხსნას ამ პერიოდში კორონა ვირუსის გავრცელების გამო შეზღუდვების შემოღებით (დაიხურა ბევრი საჯარო დაწესებულება და შესაბამისად შემცირდა ტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობა). ასეთი სურათი დაფიქსირდა ქ.თბილისის 5-ვე სადამკვირვებლო პუნქტზე.

უფრო მკვეთრად გამოვლინდა პანდემიის გავლენა ატმოსფეროში PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციაზე აპრილის თვეში. ნახ. 5, 6-დან ჩანს, რომ ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი ფიქსირდება 17-23 აპრილის ინტერვალში, როცა ქალაქში აკრძალული იყო ყველა სახის ტრანსპორტის მოძრაობა. 27 და 28 -ში გაიხსნა თბილისი ქალაქიდან გასული მოქალაქეების დასაბრუნებლად და შემოსული ავტომანქანების ნაკადი აისახა კიდევ ატმოსფეროში PM-ნაწილაკების კონცენტრაციების ზრდაზე, თუმცა ვერ მიაღწია ზღვ-ს მნიშვნელობას. ტრენდის მრუდი 2020 წლის აპრილის თვეში 2019 წლისაგან განსხვავებით უარყოფითია, რაც გამოწვეულია ზემოთ აღნიშნული ფაქტორებით.

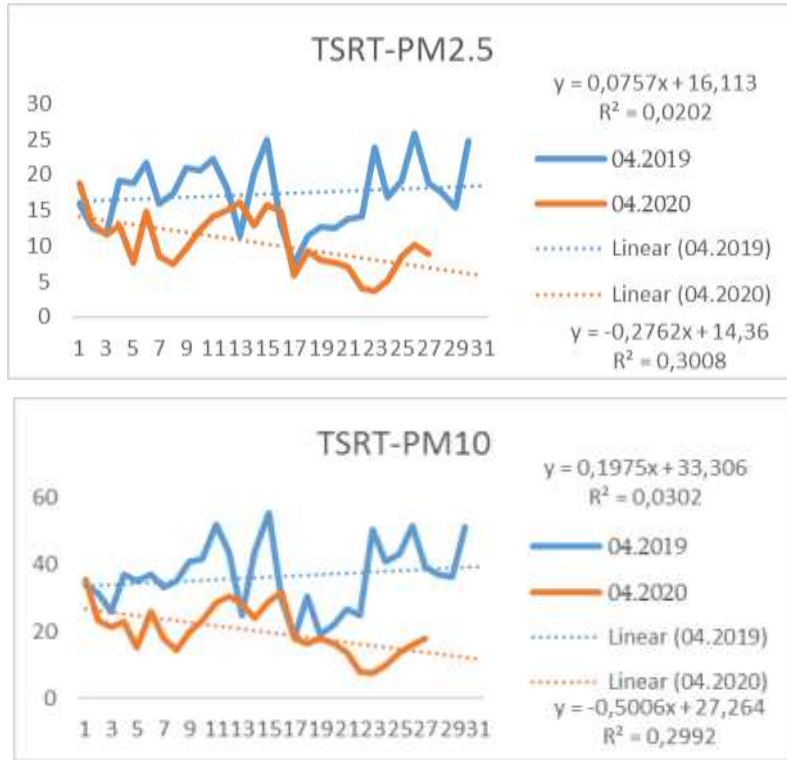
ასევე შედარებულია 2019 და 2020 წლების საშუალო თვიური მაჩვენებლები. 2020 წლის მარტის თვეში PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციები გასულ წელთან შედარებით მაღალია და უახლოვდება ზღვ-ს მნიშვნელობებს (ნახ. 7). რაც შეეხება აპრილის თვის მონაცემებს, აქ სულ სხვა სურათი გვაქვს. 2020 წელს დაფიქსირებული კონცენტრაციები დაახლოებით 2-ჯერ ნაკლებია 2019 წელთან შედარებით და 2.5-ჯერ ნაკლებია შესაბამის ზღვ-ზე (ნახ. 8).



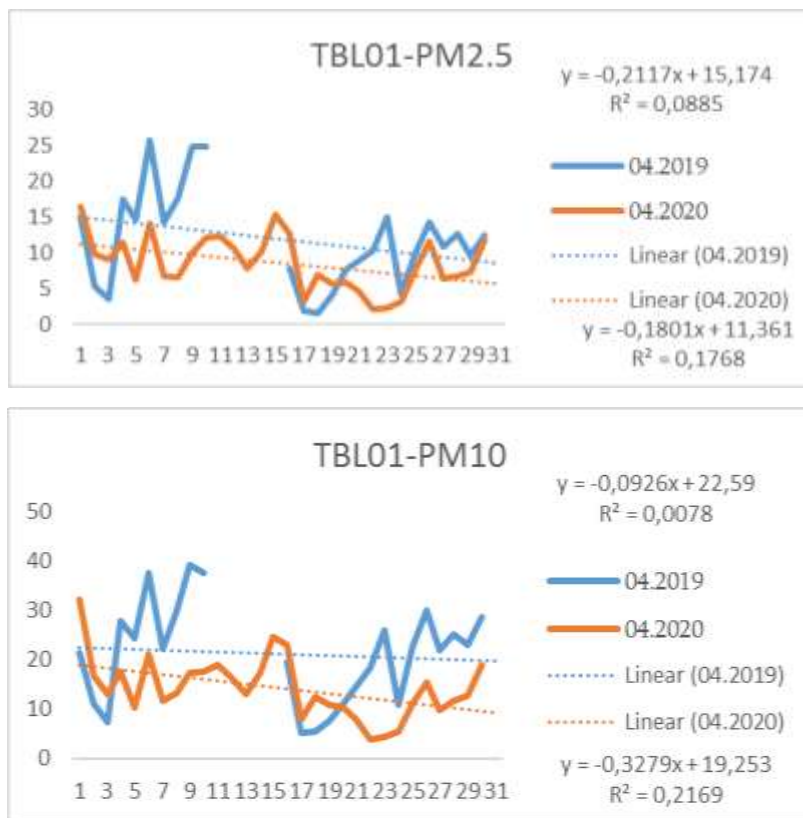
ნახ.3. PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების ცვლილების მრუდი 2019 და 2020 წლის მარტში (წერეთლის გამზირი)



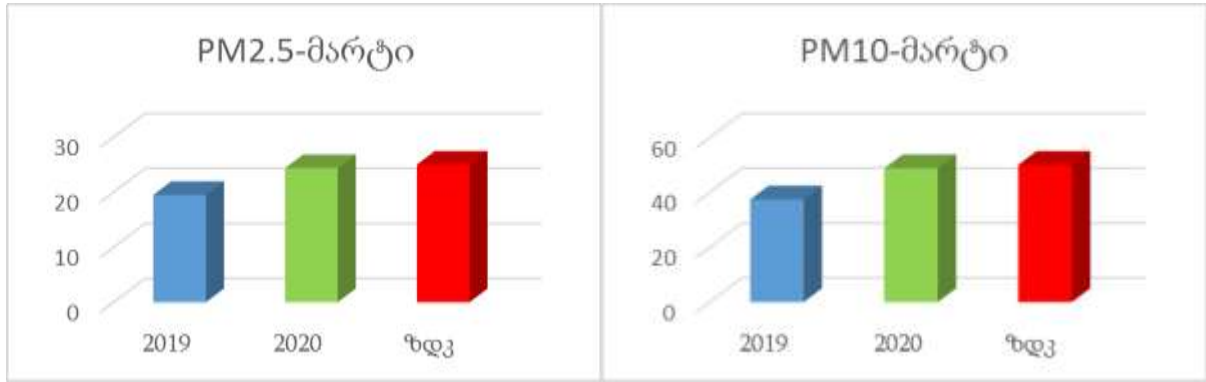
ნახ.4. PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების ცვლილების მრუდი 2019 და 2020 წლის მარტში (ვაშლიჯვარი)



ნახ.5. PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების ცვლილების მრუდი 2019 და 2020 წლის აპრილში (წერეთლის გამზირი)



ნახ.6. PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების ცვლილების მრუდი 2019 და 2020 წლის აპრილში (ვაშლიჯვარი)



ნახ.7. PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საშუალო თვიური მნიშვნელობები 2019 და 2020 წლების მარტში



ნახ.8. PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საშუალო თვიური მნიშვნელობები 2019 და 2020 წლების აპრილში

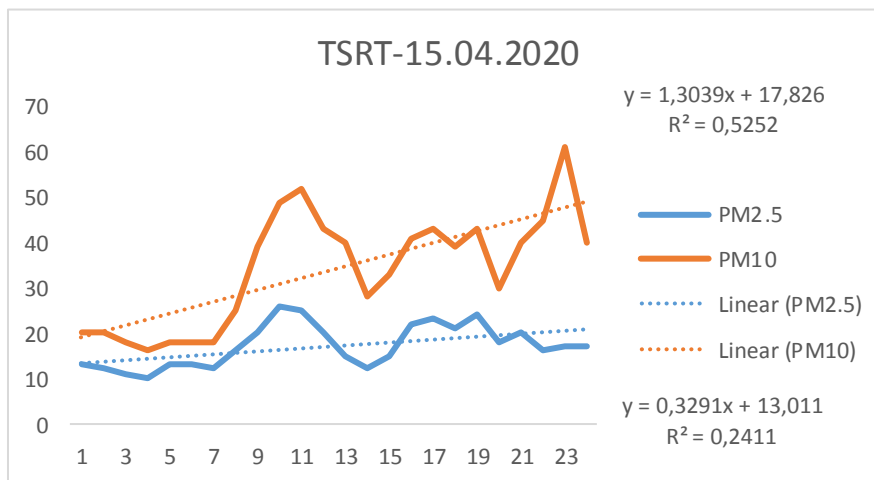
ანალიზმა გვაჩვენა პანდემიის გავლენა ატმოსფეროში მტვრის ნაწილაკების კონცენტრაციის შემცირებაზე და ნათლად დაგვანახა, რომ დღეს ქ.თბილისის ატმოსფეროს ნაწილაკებით დაბინძურებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს ავტოტრანსპორტს.

განვიხილოთ PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილება დღის განმავლობაში. მონაცემთა სრული ბაზა მოიცავს 2019 წლის ყოველი თვისა და 2020 წლის იანვრის, თებერვლის, მარტისა და აპრილის თვეების 5, 15 და 25 რიცხვებში აგებულ საათობრივი მსვლელობის გრაფიკებს. პანდემიის გავლენის შესასწავლად მონაცემთა ბაზას დაემატა კიდევ რამდენიმე დღე აპრილის თვეში. ატმოსფეროში კონცენტრაციის ცვლილების ტრენდმა (ნახ.9,10) გვიჩვენა, რომ აპრილის თვის 1-15 რიცხვებში PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციები დილის საათებში მინიმალურია, მერყეობს 10-20 მკგ/მ³-ის ფარგლებში, დღის განმავლობაში კი ხასიათდება ზრდის ტენდენციით. მმაქსიმალური კონცენტრაციები დაფიქსირებულია 11-12 და 22-24 საათების ინტერვალში. ამ პერიოდში ატმოსფეროში PM₁₀-ის კონცენტრაცია აჭარბებს შესაბამისი ზდვ-ს მნიშვნელობას (50 მკგ/მ³).

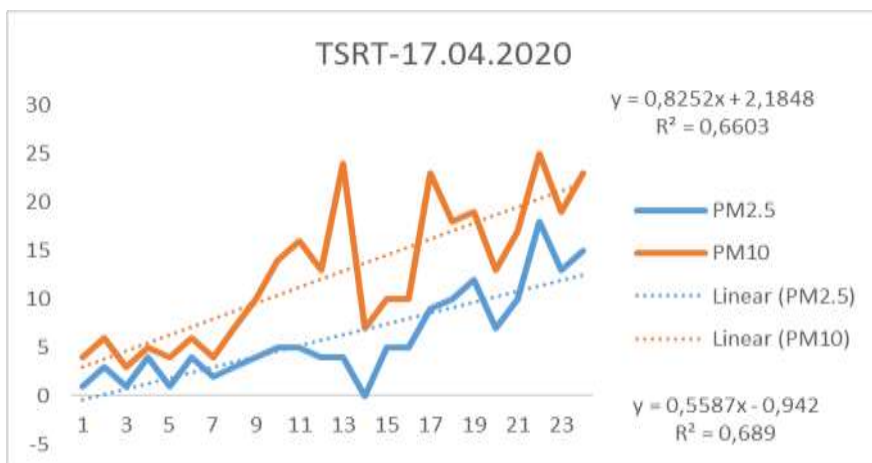
2020 წლის 17 აპრილიდან საქართველოში გამოცხადდა საგანგებო მდგომარეობა, აიკრძალა ქ.თბილისში ავტოტრანსპორტის მოძრაობა და ეს პროცესი ნათლად აისახა ატმოსფეროში PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე (ნახ.11). კერძოდ, დილის საათებში მათი მნიშვნელობა არის მინიმალური და მერყეობს 1-4 მკგ/მ³ - ფარგლებში, დღის განმავლობაში შენარჩუნებულია მატების ტენდენცია, ღამის პიკი კი არ აღემატება 25 მკგ/მ³.



ნახ.9. ქ.თბილისში, წერეთლის გამზირზე 2020 წლის 1-ლ აპრილს PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი მსვლელობა



ნახ.10. ქ.თბილისში, წერეთლის გამზირზე 2020 წლის 15 აპრილს PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი მსვლელობა



ნახ.11. ქ.თბილისში, წერეთლის გამზირზე 2020 წლის 17 აპრილს PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი მსვლელობა

ასეთი სურათი გრძელდებოდა აპრილის თვის 27-28 რიცხვებამდე. ამ რიცხვებში ქალაქი გაიხსნა 2 დღით, როცა თბილისში დაბრუნდა ქალაქიდან გასული მოსახლეობის დიდი

უმრავლესობა, გაიზარდა ტრანსპორტის ნაკადი, რაც თვალნათლივ აისახა ატმოსფეროში PM_{2.5} და PM₁₀-ის შემცველობაზე, მათმა კონცენტრაციამ შესაბამის ზღვ-საც კი მიაღწია (ნახ.12).



ნახ.12. ქ.თბილისში, წერეთლის გამზირზე 2020 წლის 27 აპრილს PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი მსვლელობა

ტრენდებმა გვიჩვენა, რომ დღის განმავლობაში ქ.თბილისის ატმოსფეროში PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაცია ნებისმიერ სიტუაციაში ხასიათდება მატების ტენდენციით და თავის მაქსიმუმს აღწევს 19-21 საათებში, თუმცა არსებობს გამონაკლისებიც, რაც სავარაუდოდ, განპირობებულია ადგილობრივი ლოკალური პირობებით.

დასკვნა

- ქ.თბილისის ატმოსფეროში PM_{2.5} -კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე, მაგრამ მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი ერთნაირია;
- PM₁₀-ის მაქსიმალური მნიშვნელობები თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზღვ), მინიმალური - ყოველთვის ნაკლებია ზღვ-ზე, საშუალო მნიშვნელობები კი მხოლოდ ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზღვ-ს;
- PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილების ტრენდმა გვიჩვენა, რომ დღის განმავლობაში PM-ნაწილაკების კონცენტრაციები ნებისმიერ სიტუაციაში ხასიათდება ზრდის ტენდენციით და თავის მაქსიმუმს აღწევს 19-21 საათებში;
- ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა პანდემიის გავლენა PM-ნაწილაკების კონცენტრაციის შემცირებაზე ქალაქის ატმოსფეროში და ნათლად დაგვანახა, რომ ქ.თბილისის ატმოსფეროს PM-ნაწილაკებით დაბინძურებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს ავტოტრანსპორტს.

მადლიერების გამოხატვა. კვლევა განხორციელდა საქართველოს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით [FR-18-3667].

ლიტერატურა – REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. გ.ს.გუნია. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. შპ.მეც.აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი (ჰმი), თბილისი, 2005, 265 გვ.
2. N. G. Gigauri, A. A. Surmava. Spatial Distribution of the Local Meteorological Fields and Dust Concentration in Kakheti Atmosphere in Case of the Northern Background Wind. J. Georgian Geophysics Soc., Issue B, Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, 2017. 20 B. pp. 11-23.
3. World health organization. Global Health Risk: Mortality and Burden of Diseases Attributable to Selected Major Risks. 23-53, 2009.
4. http://air.gov.ge/reports_page, გადამოწმებულია - 17.02.2020.

უკ 504.5.054

ქ.თბილისის ატმოსფერული ჰაერის PM-ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა. /ნ.გიგაური, ს.მდივანი, ვ.კუხალაშვილი, ა.სურმავა, ლ.ინჭვირველი/.სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.59-66. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. განსაზღვრულია ქ.თბილისისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფერულ ჰაერში PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციები. შეფასებულია მათი ყოველთვიური კონცენტრაციის მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები. განხილულია PM-ნაწილაკების კონცენტრაციების საათობრივი და დღიური ცვლილების ტრენდი ქალაქის ჩვეული რიტმისა და ფორს-მაჟორულ სიტუაციებში.

UDC 504.5.054

Investigation of Air Pollution in c. Tbilisi by PM-particles/ Gigauri N.G., Mdivani S.G., Kukhalashvili V.G, Surmava A.A., Intskirveli L.N./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.59-66. - Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The concentrations of PM_{2.5} and PM₁₀ particles in the atmospheric air of Tbilisi and its environs were determined. Their monthly maximum and minimum values are estimated. The trends of changes in the hourly and daily concentrations of PM particles under the usual rhythm of city life and the force-majeure state are analyzed.

УДК 504.5.054

Исследование загрязнения атмосферного воздуха г. Тбилиси PM-частицами /Гигаури Н.Г., Мдивани С.Г., Кухалашвили В.Г., Сурмава А.А., Инцкирвели Л.Н./ Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.59-66. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. Определены концентрации PM_{2.5} и PM₁₀ частиц в атмосферном воздухе г.Тбилиси и в его окрестностях. Оценены их ежемесячные максимальные и минимальные значения. Проанализированы тренды изменения еже часовых и ежедневных концентраций PM-частиц в условиях обычного ритма жизни города и форс-мажорном состоянии.